



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aki Viitaluoma

KATKAISIJASOVITTEIDEN JA MOOT- TORIOHJAIMIEN RUTIINITARKAS- TUSPÖYTÄKIRJAT

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Aki Viitaluoma
Opinnäytetyön nimi	Katkaisijasovitteiden ja moottoriohjaimien rutiinitarkastuspöytäkirjat
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	52 + 2 liitettä
Ohjaaja	Jari Koski

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicelle rutiinitarkastuspöytäkirjat keskijännitekatkaisijasovitteiden ja moottoriohjaimien rutiinitarkastuksiin.

Opinnäytetyössä tarkastellaan katkaisijan ja moottoriohjaimen toimintaa yleisellä tasolla. Lisäksi tutustutaan ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä valmistettuihin katkaisijasovitteisiin ja moottoriohjaimiin.

Työssä tarkastellaan käytössä olevia tarkastuspöytäkirjoja ja tarkastusmenetelmiä. Käydään läpi katkaisijasovitteissa ja moottoriohjaimissa käytössä olevat standardit ja niiden vaatimukset rutiinitarkastuksen suhteen.

Katkaisijasovite- ja moottoriohjainmallistosta kerättiin data, minkä avulla luotiin tarkastuspöytäkirjat, jotka täyttävät niiden käyttämien standardien vaatimukset.

Avainsanat	keskijännite, katkaisija, moottoriohjain, tarkastus ja pöytäkirja
------------	---

ABSTRACT

Author	Aki Viitaluoma
Title	Routine Test Report of Retrofit Circuit Breakers and Motor Operating Devices
Year	2020
Language	Finnish
Pages	52 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Jari Koski

The aim of this thesis was to create routine test reports for ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service, which then will be used in the routine tests of retrofit circuit breakers and motor operating devices.

The thesis examines the operation of the circuit breakers and motor operating devices at a general level and introduces the retrofit circuit breakers and motor operating devices which are manufactured in ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service.

The thesis examines the test reports and testing methods, which are used in the routine testing in ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service. The product standards and their requirements of routine testing are also introduced.

Data were collected from the circuit breaker and motor operating device collections and then used to generate a test report form, which meets the requirements of product standards.

Keywords	Medium voltage, circuit breaker, motor operating device, inspection and report
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	10
1.1	Opinnäytetyön tavoite	10
1.2	ABB	11
1.3	ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service	12
2	TARKASTELTAVAT TUOTTEET	13
2.1	Katkaisijasovitteet	13
2.1.1	Yleisesti katkaisijoista	13
2.1.2	Yleisesti katkaisijasovitteista	15
2.1.3	MH-katkaisijasovitteet	16
2.1.4	METE-katkaisijasovitteet	17
2.1.5	MEKE-katkaisijasovitteet	18
2.1.6	META-MEKA-katkaisijasovitteet	19
2.2	Moottoriohjaimet	20
2.2.1	Yleisesti	20
2.2.2	UEMC 40 A-, B- ja D-mallin moottoriohjain	22
2.2.3	UEMC 40 K3 moottoriohjain	23
2.2.4	UEMC 40 K4 moottoriohjain	24
2.2.5	UEMC 40 K6 moottoriohjain	25
2.2.6	UEMC 40 K8 moottoriohjain	26
2.2.7	UEMC 5 moottoriohjain	27
3	KÄYTÖSSÄ OLEVAT TARKASTUSMENETELMÄT	29
3.1	Katkaisijasovitteet	29
3.1.1	Silmämääräinen tarkastus	29
3.1.2	Mekaaninen tarkastus	29

3.1.3	Sähköiset toimintakokeet	30
3.1.4	Loppusitaatti.....	30
3.2	Moottoriohjaimet	31
3.2.1	Silmämääräinen tarkastus.....	31
3.2.2	Jännitekokeet.....	31
3.2.3	Sähköiset toimintakokeet	31
3.2.4	Loppusitaatti.....	32
4	TUOTTEISSA KÄYTETTÄVÄT STANDARDIT	33
4.1	IEC 62271-1-Rutiinitestit.....	34
4.1.1	Dielektrisyystesti päävirtapiirissä	34
4.1.2	Testit lisä- ja ohjauspiireissä	34
4.1.3	Päävirtapiirin resistanssin mittaus.....	37
4.1.4	Tiiviystesti.....	37
4.1.5	Suunnittelu ja visuaaliset tarkastukset	37
4.2	IEC 62271-100.....	38
4.2.1	Dielektrisyystesti päävirtapiirissä	38
4.2.2	Apu- ja ohjauspiirien dielektrisyystesti.....	38
4.2.3	Pääpiirin resistanssin mittaus	38
4.2.4	Tiiviystesti.....	38
4.2.5	Suunnittelu ja visuaaliset testit.....	38
4.2.6	Mekaaniset kokeet.....	38
4.3	IEC 60265-1 Rutiinitestit	42
4.3.1	Mekaaniset käyttökokeet.....	42
5	UUSIEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJOJEN LUOMINEN	44
5.1	Katkaisijasovitteet.....	44
5.1.1	Perustiedot pöytäkirjassa.....	44
5.1.2	Tarkastukset ja suoritettavat testit.....	46
5.2	Moottoriohjaimet	47
5.2.1	Perustiedot pöytäkirjassa.....	47
5.2.2	Tarkastukset ja suoritettavat testit.....	49
6	YHTEENVETO	50
	LÄHTEET	51

LITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. MH-katkaisijasovite ja MH-kojeisto/5/	16
Kuva 2. METE-katkaisijasovite/6/	17
Kuva 3. MEKE-katkaisijasovite/7/	18
Kuva 4. Tavallinen ja releellinen META-MEKA-katkaisijasovite/8//9/	19
Kuva 5. Moottoriohjaimen periaatekuva/10/	21
Kuva 6. UEMC 40 A-, B- tai D-mallin moottoriohjain/11/	22
Kuva 7. UEMC 40 K3-moottoriohjain/10/	23
Kuva 8. UEMC 40 K4-moottoriohjain.....	24
Kuva 9. UEMC 40 K6-moottoriohjain.....	25
Kuva 10. UEMC 40 K8-moottoriohjain.....	26
Kuva 11. UEMC 5-moottoriohjain /15/	28

LIITELUETTELO

LIITE 1. Katkaisijasovitteet rutiinitarkastuspöytäkirja

LIITE 2. Moottoriohjaimet rutiinitarkastuspöytäkirja

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

ABB	Kansainvälinen sähkötekniisiä laitteita valmistava yritys
IEC	Kansainvälinen sähkötekniikan standardoimisjärjestö (International Electrotechnical Commission)
VD4	ABB:n tyhjiökatkaisija
HD4	ABB:n SF ₆ kaasukatkaisija
VM1	ABB:n tyhjiökatkaisija magneettisella kojeistolla
HPA	Asean aikanaan valmistama SF ₆ kaasukatkaisija
A	ampeeri, virran yksikkö
DC	tasajännite
V	voltti, jännitteen yksikkö
Ω	ohmi, resistanssin yksikkö
kV	kilovoltti
R _u	Resistanssi, joka on mitattu katkaisijasovitteen päävirtapiirin koskettimien läpi sen tyyppitestissä

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tavoite

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicen Vaasan tehtaalle. Työn tavoitteena oli luoda tietokoneella täytettävät rutiinitarkastuspöytäkirjat katkaisijasovitteille ja moottoriohjaimille, mitä tultaisiin käyttämään uusien tuotteiden rutiinitarkastuksessa.

Katkaisijasovitteiden rutiinitestauksessa käytetään yleispätevää rutiinitarkastuspöytäkirjaa, jota käytetään myös keskijännitekojeistojen ja nollapisteiden testauksessa. Tästä syystä lähdettiin luomaan uutta tarkastuspöytäkirjaa, koska tuotteille yksilöllisesti suunnitellut tarkastuspöytäkirjat kertovat tarkastajalle ja/tai asiakkaalle tarkemmin mitä vaiheita ja asioita on tarkastuksessa käyty läpi ja mitä on vielä läpi käymättä.

Moottoriohjaimille on ollut olemassa oma sille suunniteltu tarkastuspöytäkirja, mutta tässä ongelma oli se, että pöytäkirjat ovat fyysisiä tulosteita, jotka täytetään käsin ja säilytetään kansioissa. Tämä saa aikaan sen, että ohjaimien seuranta, tilastointi, tarkastustietojen ja -ajankohtien selvittäminen on erittäin vaivalloista.

Työssä on käyty läpi katkaisijan ja moottoriohjaimen perustoimintaperiaatetta, sekä esitellään ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä tuotannossa olevia katkaisijasovitteita ja moottoriohjaimia. Työssä käydään läpi käytössä olevat tarkastusmenetelmät kyseisille tuotteille. Työssä käydään läpi standardien IEC 62271-1, IEC 62271-100 ja IEC 60265-1 luvut rutiinitestauksesta, joiden perusteella luotiin uudet tarkastuspöytäkirjat.

Lopuksi tehdään yhteenveto opinnäytetyön suorittamisesta.

1.2 ABB

ABB Suomessa sai alkunsa Gottfrid Strömbergin vuonna 1889 perustamasta Gottfrid Strömbergin sähköliikkeestä, josta tuli Ab Gottfrid Strömberg Oy niminen osakeyhtiö vuonna 1909. Matkan varrella nimi muotoutui muotoon Oy Strömberg Ab. Fuusioiden seurauksena yrityksen nimi muuttui vuonna 1983 Kymi-Strömberg Oy:ksi ja edelleen ABB Strömbergiksi vuonna 1988, viime vuodet nimi on kulkenut puhtaasti ABB:n Suomen yksikkönä. /1//4/

Yritys aloitti toimintansa tasavirtamoottoreiden valmistuksella. Yrityksen kehittymistä edesauttoi 1920-luvulla vaihtovirran läpilyönti sähköistyksessä ja Suomen metsäteollisuuden kehittyminen. /1//4/

Toinen maailmansota ja Helsingin suurpommitukset 1944 saivat aikaan sen, että tuotantoa siirrettiin Vaasaan. Vaasan yksikön tuotanto pääsi käyntiin sotien jälkeen vuonna 1945. Vaasan tehtailla työskenteli parhaimmillaan 5000 työntekijää. /1//2//4/

Erinäisten omistuskuvioiden muutoksien jälkeen Kymi-Kymmene Oy osti enemmistön Strömbergin osakkeista ja lopulta vuonna 1983 yhtiöt fuusioituivat Kymi-Strömberg Oy:ksi. Kahden yrityksen erilaisen yrityskulttuurin fuusioituminen ei osoittautunut menestykseksi, mikä johti siihen, että yhtiön Strömberg osuus myytiin Asealle vuonna 1987. Vuonna 1988 sitten ruotsalainen Asea ja sveitsiläinen Brown, Boveri & Cie yhdistyivät ABB:ksi, Asea Brown Boveri Ltd:ksi. /1/

Tänä päivänä ABB on yksi maailman johtavista energia- ja teknologiateollisuuden yrityksistä. Maailman laajuisesti ABB toimii 100 eri maassa työllistäen noin 147 000 ihmistä, joista Suomessa noin 5 400. Suomessa ABB toimii 20 eri paikkakunnalla, joista tehdaskeskittymät löytyvät Helsingistä, Vaasasta, Porvoosta ja Haminaasta. /1//3/

Yhtiön pääkonttori sijaitsee Zürichissä ja yhtiön toimitusjohtaja toimii Björn Rosengren. /1/

1.3 ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service

ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service on Vaasassa toimiva yksikkö, jonka toimialaan kuuluvat keski- ja pienjännitteisten sähköistystuotteiden jälkituotanto, tai niin sanottujen jälkiasennussovitusvalmistus, sekä kaikkien edellä mainittujen huolto Suomessa. Tuotteet menevät pääasiassa teollisuuden ja sähköjakelun käyttöön.

Keskijännitetuotteet, joita tehtaalla valmistetaan, ovat maadoituskytkimet, erottimet, moottoriohjaimet, katkaisijasovitteet, MH-kojeistot, nollapisteet ja suojareleet. Suojareleitä valmistetaan muuallakin Vaasassa, mutta ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicen bisnekseen kuuluvat niin sanotusti suuren volyymin myynnistä poistuneet mallit ja jälkiasennus-/sovitusratkaisut.

Pienjännitetuotteet, joita tehtaalla valmistetaan, ovat MNS-pienjännitekojeistojen laajennukset.

Huoltotoiminta kattaa keski- ja pienjännitekojeistoihin liittyvää huoltotoimintaa, muun muassa katkaisijoiden ja erottimien huoltoja/ asennuksia. Huolto myös käy huoltamassa, asentamassa ja käyttöönottamassa keskijännitesuojareleitä.

2 TARKASTELTAVAT TUOTTEET

2.1 Katkaisijasovitteet

2.1.1 Yleisesti katkaisijoista

Katkaisija on automaattisesti toimiva sähkökytkin, joka on suunniteltu suojaamaan sähköpiiriä vauriolta, jotka virta aiheuttaa ylikuormitus- tai oikosulkuilanteissa. Sen perustoiminto on katkaista virran kulku vian havaitessa. Toisin kuin sulake, joka toimii kerran ja on sitten vaihdettava, katkaisija voidaan nollata normaalin toiminnan jatkamiseksi.

Katkaisijoita valmistetaan monena eri kokona, aina pienistä katkaisijoista, jotka suojaavat heikkovirtapiirejä tai yksittäisiä kodinkoneita, suuriin katkaisijakojeistoihin, jotka on suunniteltu syöttämään kokonaisia kaupunkeja.

Kaikilla katkaisijoilla on toiminnassaan yhteisiä piirteitä, mutta yksityiskohdat vaihtelevat huomattavasti jänniteluokan, virran nimellisarvon ja katkaisijantyyppin mukaan.

Katkaisijan on ensin havaittava vika. Pienissä verkkovirta- ja matalajännitekatkaisijoissa tämä tapahtuu yleensä itse laitteessa. Tyypillisesti apuna käytetään sähkövirran lämmittävää tai magneettista ilmiötä. Katkaisijoissa suurilla virroilla tai jännitteillä on vian havaitseminen ja katkaisijan ohjaus yleensä annettu suojareleen hoidettavaksi.

Kun vika on havaittu, katkaisijan koskettimien on avauduttava virtapiirin poiskytkemiseksi. Tämä tehdään yleensä käyttämällä katkaisijassa olevaa mekaanisesti varastoitua energiaa, kuten joustaa tai paineilmaa koskettimien erottamiseksi. Katkaisijat voivat käyttää myös vian aiheuttaman suuremman sähkövirran mukanaan tuomia ilmiötä koskettimien erottamiseen, kuten lämpölaajenemista tai magneettikentän muutosta. Pienissä katkaisijoissa on tyypillisesti manuaalinen ohjausvipu kuorman pois kytkemiseksi tai laukaisun palauttamiseksi, kun taas suuremmat katkaisijat käyttävät solenoideja mekanismin laukaisuun ja sähkömoottoria virityksen palauttamiseen.

Katkaisijan koskettimien on pystyttävä johtamaan läpi niille määritelty nimellisvirta ilman suurempaa lämpenemistä ja niiden on myös kestävä valokaaren tuottama lämpö katkaisuhetkellä. Koskettimet on valmistettu kuparista tai kupariseoksista, hopeaseoksista ja muista erittäin johtavista materiaaleista.

Kun korkea virta tai jännite katkaistaan, muodostuu valokaari. Valokaaren pituus on yleensä verrannollinen jännitteeseen, kun taas sen voimakkuus on verrannollinen virtaan. Tämä valokaari täytyy sulkea, jäähdyttää ja sammuttaa hallitulla tavalla, jotta kosketinten välinen rako voi kestää jälleen virtapiirin jännitettä. Katkaisijat käyttävät väliaineena tyhjiötä, ilmaa, eristävää kaasua tai öljyä, johon valokaari muodostuu. Kaaren sammuttamiseen käytetään seuraavanlaisia tekniikoita:

- Valokaaren pidentäminen tai taivuttaminen
- Intensiivinen jäähdytys
- Valokaareen osiin jakaminen
- Nollapisteen sammutus
- Kytkevät kondensaattorit rinnakkain tasavirtapiirien koskettimien kanssa.

Lopuksi, kun vikatila on poistettu, koskettimet on jälleen suljettava virran palauttamiseksi keskeytyneelle piirille.

2.1.2 Yleisesti katkaisijasovitteista

Katkaisijasovitteet on suunniteltu keskijännitekojeistojen vanhojen katkaisijoiden korvaamiseksi uusilla katkaisijoilla, kun todetaan kojeistot vielä käyttökuntoisiksi ja halutaan jatkaa kojeiston elinikää.

Katkaisijat kuluvat käytössä, joten niitä joudutaan huoltamaan tai mahdollisesti jopa vaihtamaan uusiin. Vanhoissa kojeistomalleissa käytetyt katkaisijat ovat vanhuneet eli siirtyneet Obsolite-tilaan, joka tarkoittaa, että uusia ei valmisteta ja varaosien saatavuus on heikkoa.

Näiden vanhojen katkaisijoiden korvaamiseksi on luotu katkaisijasovitteet, jotka hyödyntävät uusinta katkaisijateknologiaa. Katkaisijasovitteet ovat mekaanisesti ja sähköisesti yhteensopivia vanhojen katkaisijoiden kanssa. Uudempien katkaisijoiden ansiosta voidaan saada myös hyötyjä käytössä kuten:

- huoltotarpeen vähentyminen
- toimintavarmuuden ja käyttömukavuuden lisääntyminen
- tehon nosto
- ympäristöystävällisempi vaihtoehto
 - o jos valitaan VD4-vakuumikatkaisija
- ohjauksien, suojauksien ja mittauksien tarkentuminen lisätyn suojareleen ansiosta.

2.1.3 MH-katkaisijasovitteet

MH-katkaisijasovitteet on luotu korvaamaan MH-kojeistoissa alkuperäisesti käytetyt HPA-katkaisijat. MH-kojeistoja on valmistettu Strömbergin ja ABB:n toimesta vuodesta 1985 vuoteen 2002. Kojeistojen normaali käyttöikä on 40 vuotta, kun taas niissä käytettyjen HPA-katkaisijoiden käyttöikä on 20-40 vuotta, mikä tarkoittaa, että viimeisimmilläänkin kojeistoon asennetuilla HPA-katkaisijoilla alkaa olla ikää jo 20 vuotta. /5/

MH-katkaisijasovitteita voidaan toimittaa VD4-, HD4- ja VM1-katkaisijoilla. Katkaisijasovitteita voidaan valmistaa kapeille 12kV:n ja leveille 24kV:n MH-kennoille. Kuvassa 1 12kV:n MH katkaisijasovite ja MH kenno, josta HPA-katkaisija ulosvedettynä. /5/



Kuva 1. MH-katkaisijasovite ja MH-kojeisto/5/

2.1.4 METE-katkaisijasovitteet

METE-katkaisijasovitteet on luotu korvaamaan MET-kojeistoissa käytetyt vähäöljykatkaisijat. /6/

METE-katkaisijasovitteita voidaan toimittaa VD4- ja HD4-katkaisijoilla. Katkaisijasovitteita voidaan valmistaa kapeille 12kV:n ja leveille 24kV:n MET-kennoille. Kuvassa 6 kuva METE-katkaisijasovitteesta. /6/



Kuva 2. METE-katkaisijasovite/6/

2.1.5 MEKE-katkaisijasovitteet

MEKE-katkaisijasovitteet on luotu korvaamaan MEK-kojeistoissa käytetyt vähäöljykatkaisijat. /7/

MEKE-katkaisijasovitteita voidaan toimittaa VD4- ja HD4-katkaisijoilla. Katkaisijasovitteita voidaan valmistaa kapeille 12kV:n ja leveille 24kV:n MEK kennoille. Kuvassa 7 on kuva MEKE-katkaisijasovitteesta. /7/



Kuva 3. MEKE-katkaisijasovite/7/

2.1.6 META-MEKA-katkaisijasovitteet

META-MEKA eli niin sanotut A-vaunukatkaisijasovitteet ovat katkaisijasovitteita, joita käytetään pääasiassa 30 - 40 vuotta vanhojen vähäöljykatkaisijoiden uusintaan, joissa katkaisija asennetaan kiinteästi virtakiskoon. /8//9/

A-vaunuja on mahdollista valmistaa releellisenä ja releettömänä versiona. Katkaisijasovitteita voidaan toimittaa VD4- ja HD4-katkaisijoilla. Katkaisijasovitteita voidaan valmistaa kapeille 12kV ja leveille 24kV kennoille. Kuvassa 4 on kuvattuna META-vaunut releellisenä ja releettömänä versiona. /8//9/



Kuva 4. Tavallinen ja releellinen META-MEKA-katkaisijasovite/8//9/

2.2 Moottoriohjaimet

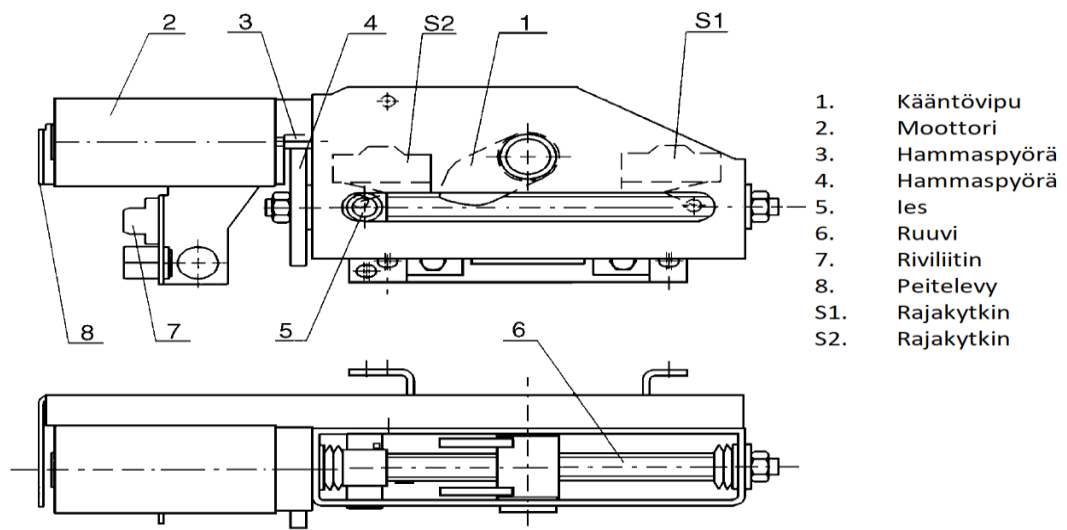
2.2.1 Yleisesti

Moottoriohjaimet ovat laitteita, jotka on suunniteltu erottimien ja maadoituskytkimien sähköiseen ohjaukseen. Moottoriohjaimia on sisä- ja ulkokäyttöön suunniteltuja versioita. Sisäkäyttöön suunnitellut versiot ovat joko erottimen tai kojeiston kylkeen asennettavia. Ulkokäyttöön suunnitellut ovat lähinnä pylväisiin asennettavia.

Yleisesti ottaen kaikki moottoriohjaimet toimivat samalla tavalla, ohjaimen runkoon kiinnitetty moottori (**Kuva 5. nro 2.**) hammasrattaiden (**Kuva 5. nro 3 ja 4.**) välityksellä pyörittää ohjaimen akselia/ruuvia (**Kuva 5. nro 6.**), mikä taas saa ikeen (**Kuva 5. nro 5.**) liikkumaan ja ies sitten työntää ohjaimen kääntövivun (**Kuva 5. nro 1.**) eri asentoon. Kääntövipu on kytketty joko suoraan tai välitystangon välityksellä erottimen akselille, näin sen asennon muutos saa erottimen vaihtamaan tilaansa.

Erottimen akselin liittäminen kääntövipuun vaihtelee mallin mukaan. Toisissa erottimen akseli tulee ohjaimen kääntövivun läpi hammastukselle ja toisissa se tulee käyttöakselin päähän pultti- tai tappisokkaliitoksella.

Joitain moottoriohjainmalleja pystytään ohjaamaan paikallisesti sähköisillä painonapeilla, mutta kaikkia pystytään kuitenkin ohjaamaan kaukokäyttöisesti. Auki- tai kiinniajon jälkeen moottoriohjaimen on jätävä lukitsemattomaan tilaan, jotta erotinta voidaan tarvittaessa ohjata myös käsikäyttöisesti.



Kuva 5. Moottoriohjaimen periaatekuva/10/

2.2.2 UEMC 40 A-, B- ja D-mallin moottoriohjain

UEMC 40 on moottoriohjain, joka on etupäässä tarkoitettu sisään asennettavien keskijännite-erottimien ja -maadoituskytkimien ohjaukseen. /11/

Tämä moottoriohjainmalli on kojeiston ulkopinnalle asennettava, mikä ohjaa erotinta käyttöakselin ja kulmavivun välityksellä. Tässä moottoriohjaimessa on lukitusrengas, jolla ohjaimen kääntövipu ja sitä kautta erottimen akseli saadaan lukittua tiettyyn asentoon tahattoman käytön estämiseksi. Sähköisesti tätä moottoriohjainta on käytettävä erillisen kontaktoripaketin kautta, UEZJ 1 tai UEJZ 2. Nämä moottoriohjaimet toimivat tasajännitteellä 24V:sta aina 220V:iin asti. /11/

UEMC 40-moottoriohjaimesta on A-, B- ja D-versiot, joiden eroavaisuudet tulevat toimintakulmasta, jolla moottoriohjain pystyy erottimen akselia kääntämään. A-version ohjauskulma on 190-astetta, B-version 110-astetta ja D-version 150-astetta. /11/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardin IEC 265 vaatimukset. Moottoriohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 6 kuvattuna UEMC 40 A-, B- tai D-mallin moottoriohjain. /11/



Kuva 6. UEMC 40 A-, B- tai D-mallin moottoriohjain/11/

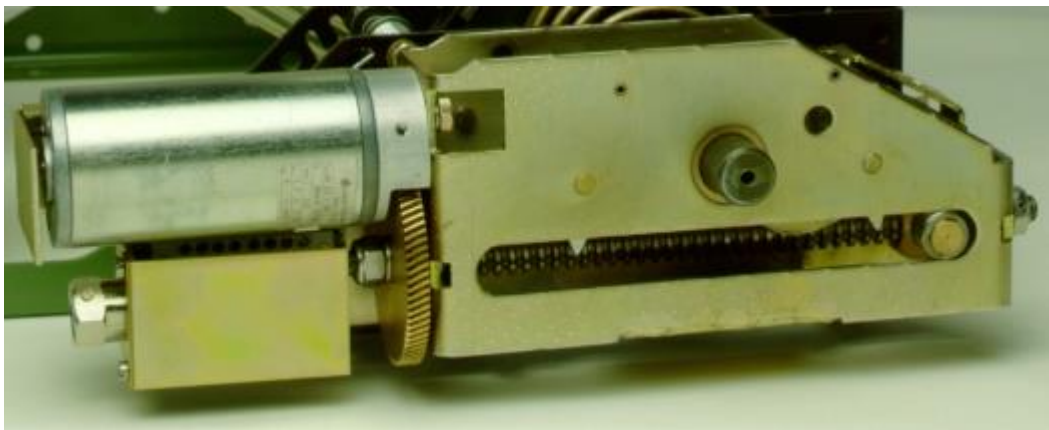
2.2.3 UEMC 40 K3-moottoriohjain

UEMC 40 K3 on sisätiloihin asennettava moottoriohjain, joka on etupäässä tarkoitettu NAL- ja NALF-kuormanerottimien ohjaukseen. Moottoriohjain voidaan asentaa suoraan erottimen runkoon, tai kojeistokennon seinälle. /10/

Kun moottoriohjain on asennettuna erottimen runkoon, erottimen akseli tulee moottoriohjaimen kääntövivun läpi sen hammastukselle. Kun moottoriohjain on asennettuna kojeistokennon seinään, moottoriohjaimen kääntövivun ja erottimen akselin väliin asennetaan jatkoakseli ohjauksen välittämiseksi. Sähköisesti tätä moottoriohjainta on käytettävä erillisen kontaktoripaketin kautta, UEZJ 1 tai UEJZ 2. Nämä moottoriohjaimet toimivat tasajännitteellä 24V:sta aina 220V:iin asti. /10/

Nämä moottoriohjaimet toimivat vain 150-asteen ohjauskulmalla. /10/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardin IEC 265 vaatimukset. Moottoriohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 7 kuvattuna UEMC 40 K3-moottoriohjain. /10/



Kuva 7. UEMC 40 K3-moottoriohjain/10/

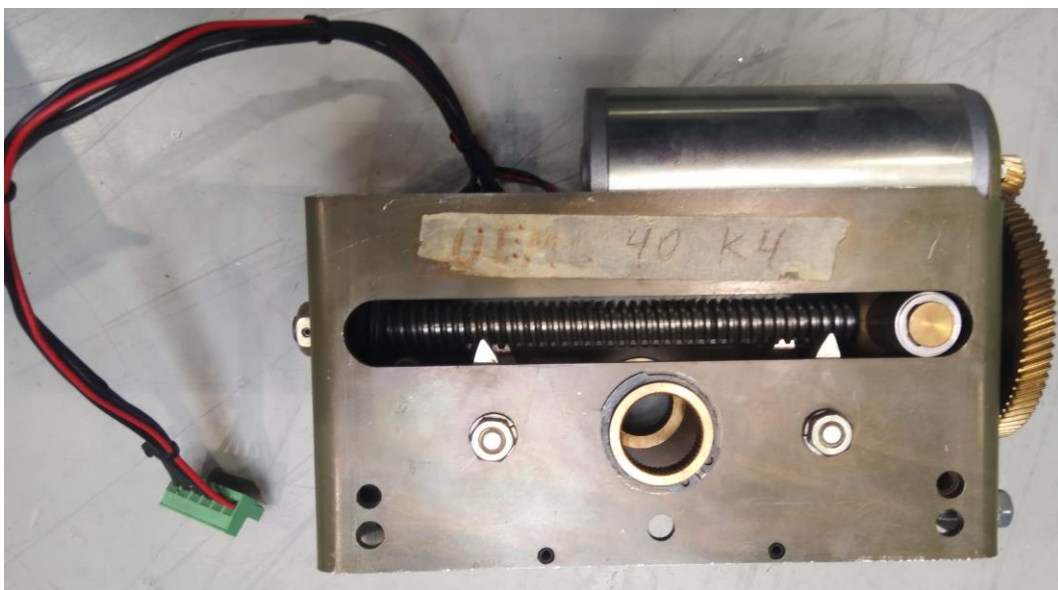
2.2.4 UEMC 40 K4-moottoriohjain

UEMC 40 K4 on sisätiloihin asennettava moottoriohjain, joka on etupäässä tarkoitettu UniSwitch- ja RGC-kojeistojen ohjaukseen. Sama ohjain sopii sekä K-jousilaitteella että A-jousilaitteella varustellulle kuormanerottimelle. /12/

Kun moottoriohjain on asennettu UniSwitch-kojeistoon, se ohjaa A- tai K-jousiohjainlaitetta ketjun välityksellä. Kun moottoriohjain on asennettu RGC-kojeistoon, se ohjaa A- ja K-jousiohjainlaitteita välitankojen kautta. Sähköisesti tätä moottoriohjainta on käytettävä erillisen kontaktoripaketin UEZJ 1_/3 kautta. Nämä moottoriohjaimet toimivat tasajännitteellä 24V:sta 220V:iin asti. /12/

Nämä moottoriohjaimet toimivat vain 150-asteen ohjauskulmalla. /12/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardin IEC 265 vaatimukset. Moottoriohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 8 kuvattuna UEMC 40 K4-moottoriohjain. /12/



Kuva 8. UEMC 40 K4-moottoriohjain

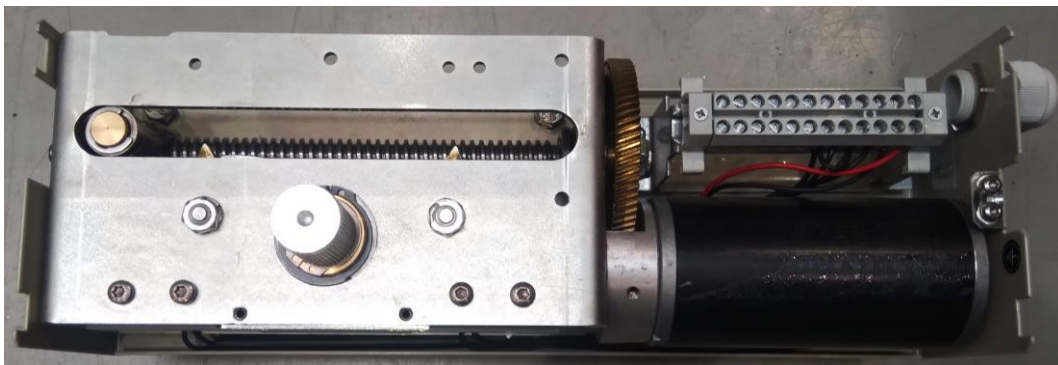
2.2.5 UEMC 40 K6-moottoriohjain

UEMC 40 K6 on sisätiloihin asennettava moottoriohjain, jota etupäässä käytetään sisäerottimien kuten OJON ohjaukseen. Moottoriohjain asennetaan suoraan erottimen runkoon sovitussarjan avulla. /13/

Kun moottoriohjain on erottimen runkoon asennettuna, erottimen akseli kytketään asennussarjassa olevan säätökytkimen läpi suoraan moottoriohjaimen kääntövivulle. Sähköisesti tätä moottoriohjainta on käytettävä erillisen kontaktoripaketin kautta, UEZJ 1, UEJZ 2 tai UEZJ 1-/2. Nämä moottoriohjaimet toimivat tasajännitteellä 24V:sta 220V:iin asti. /13/

Nämä moottoriohjaimet toimivat vain 110-asteen ohjauskulmalla. /13/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardin IEC 265 vaatimukset. Moottoriohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 9 kuvattuna UEMC 40 K6-moottoriohjain. /13/



Kuva 9. UEMC 40 K6-moottoriohjain

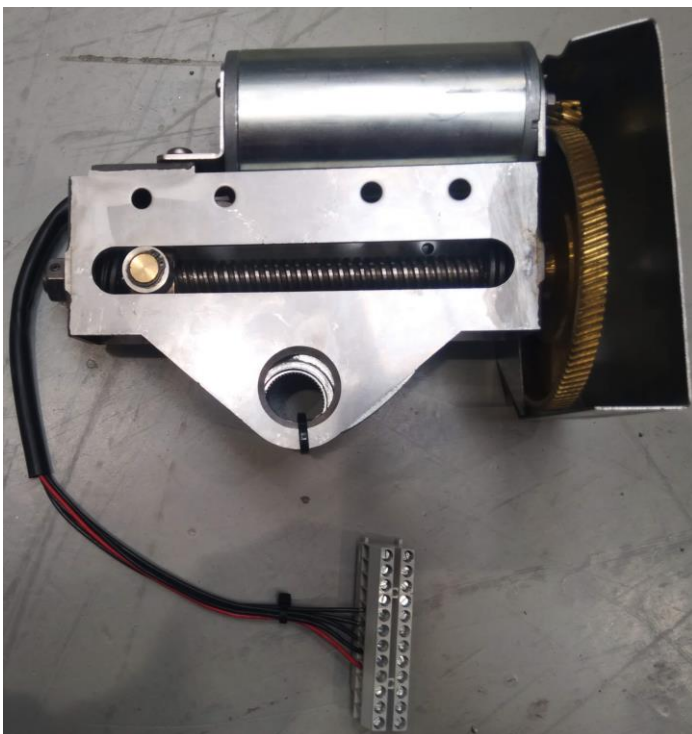
2.2.6 UEMC 40 K8-moottoriohjain

UEMC 40 K8 on sisätiloihin asennettava moottoriohjain, joka on etupäässä tarkoitettu jousilaitteiden ohjaukseen, mitkä ovat tyypillisiä esimerkiksi Sectos NXB-kuormanerottimissa, sekä kuormanerottimissa, jotka ovat UniSwitch-kojeistossa. /14/

Moottoriohjain asennetaan kuormanerottimen etukotelon sisälle ohjainlaitteen akselille siten, että moottoriohjaimen kääntövipu kääntää kuormanerottimen ohjainlaitteen akselia, mikä saa aikaan kuormanerottimen aukeamisen tai maadoittamisen. Sähköisesti tätä moottoriohjainta on käytettävä erillisen kontaktoripaketin UEZJ 1 kautta. Nämä moottoriohjaimet toimivat tasajännitteellä 12V:sta 220V:iin asti. /14/

Nämä moottoriohjaimet toimivat vain 110-asteen ohjauskulmalla. /14/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardien IEC 265 ja IEC 694 vaatimukset. Ohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 10. kuvattuna UEMC 40 K8-moottoriohjain. /14/



Kuva 10. UEMC 40 K8-moottoriohjain

2.2.7 UEMC 5-moottoriohjain

UEMC 5 on ulkokäyttöön asennettava moottoriohjain, joka on etupäässä suunniteltu käytettäväksi pylväisiin asennettujen erottimien ja maadoituskytkimien ohjaukseen. /15/

UEMC 5-moottoriohjain toimii mekaanisesti kuten yllä esiteltyt sisäkäyttöön asennettavat moottoriohjaimet. Eroavaisuutena siinä on mekaaninen lukitusvipu tahattoman käytön estämiseksi. Moottoriohjain asennetaan sähköpylvään alaosaan, mistä se pitkän käyttöakselin välityksellä kääntää erottimen tai maadoituskytkimen akselia. Moottoriohjainta pystytään ohjaamaan paikallisesti, sekä kaukokäyttöisesti. Erillisiä ohjauskontaktoripaketteja ei tarvita kuten sisäkäyttöisissä moottoriohjaimissa, koska ne löytyvät jo UEMC 5:n kotelon sisältä valmiiksi. Nämä moottoriohjaimet toimivat 230V:n vaihtovirralla. /15/

Nämä moottoriohjaimet toimivat 185- ja 95-asteen ohjauskulmilla. /15/

Nämä moottoriohjaimet täyttävät standardien IEC 265, IEC 694 ja SS 4281200 vaatimukset. Ohjaimiin kytkettävät sähkömoottorit on testattu VDE 0530 moottorinjännitetestiä noudattaen. Kuvassa 11. kuvattuna UEMC 5-moottoriohjain. /15/



Kuva 11. UEMC 5-moottoriohjain /15/

3 KÄYTÖSSÄ OLEVAT TARKASTUSMENETELMÄT

3.1 Katkaisijasovitteet

Katkaisijasovitteiden tarkastuksesta oli tarkastajilla vakiintunut käytäntö mitä tarkastuksessa tehdään ja tulee ottaa huomioon. Tarkastuksessa valitaan katkaisijasovitteen mukaan oikea testausvaunu, millä testataan katkaisijasovitteen sähköiset ohjaukset. A-vaunulla, METellä ja MEKellä on oma testausvaunu ja MH-katkaisijasovitteille on omansa. Releellisille katkaisijasovitteille on vielä erikseen oma Omikron-testilaite.

3.1.1 Silmämääräinen tarkastus

Katkaisijasovitteen tarkastus aloitetaan silmämääräisellä tarkastuksella. Aluksi käydään läpi vastaako katkaisijan nimellisarvot ja varusteet työmääräykseen kirjatut vaatimuksia. Onko katkaisijasovite koottu oikean rakennekuvan mukaan, mikä myös ilmoitetaan työmääräyksessä. Onko kyseessä Marine-malli, eli onko lisämaadoitukset lisätty katkaisijasovitteeseen ja onko pulttien alus- ja kontaktilaatat oikein. Onko katkaisijasovite kytketty oikeaa piirikaaviota käyttäen, vastaako käytetty piirikaavio työmääräyksessä ilmoitettua piirikaaviota, vastaako käytetty piirikaavio katkaisijan varustelua ja kopio käytetystä piirikaaviosta löytyy katkaisijan muovitaskusta katkaisijan rutiinitarkastuspöytäkirjan kanssa. Viimeisenä silmämääräisenä tarkastuksena tarkastetaan, löytyykö kiskojen ja koskettimien virtaliitoksista momenttimerkinnät, onko koskettimien päät voideltu ja ovatko koskettimien kutistesukat kunnolla asennettu.

3.1.2 Mekaaninen tarkastus

Seuraavaksi käydään mekaaniset tarkastukset läpi. Mekaanisessa tarkastuksessa tarkastetaan:

- Mekaanisen laukaisun toiminta
 - o toimiiko laukaisu oikealla herkkyydellä
- Asennonosoittimen toiminnan tarkastus
- Katkaisulaskurin toiminnan tarkastus

- Jousen virityksen asennonosoittimen toiminnan tarkastus
- Mekaanisen auki- ja kiinniohjauksen toiminta.

3.1.3 Sähköiset toimintakokeet

Sähköisissä toimintakokeissa valitaan oikea testausvaunu katkaisijasovitemallin mukaan. Testausvaunusta valitaan oikea testausjännite millä tarkastusta lähdetään suorittamaan, sitten suoritetaan seuraavat testit:

- Maadoituksen jatkuvuus
- Katkaisijan ensiöpuolen tarkastus
 - o pilareiden johtavuus
- Testataan jännitteisenä paikalliset toiminnot,
 - o auki- ja kiinniohjaus
 - o asennon osoitin
 - o jousen virityksen osoitin
 - o laskurin toiminta
- Etäohjauksien toiminnan tarkastus testivaunun painonapeilla,
 - o auki- ja kiinniohjauskelojen toiminta
 - o alijännitekelan toiminta
 - o lukitusmagneettien toiminta
- Kaasun valvonnan toimivuuden toteaminen
 - o jos kyseessä kaasukatkaisija ja valvonta valittu lisävarusteeksi.

3.1.4 Loppusitaatti

Lopuksi täytetään katkaisijasovitteiden tarkastuspöytäkirja, jossa huomautuksiin kirjataan:

- katkaisijamalli
- ensiöpuolen jännite
- nimellisvirta
- virran katkaisukyky.

Tämän jälkeen tyyppikilven tulostus ja liimaus.

3.2 Moottoriohjaimet

3.2.1 Silmämääräinen tarkastus

Moottoriohjaimen tarkastus aloitetaan silmämääräisellä tarkastuksella. Silmämääräisessä tarkastuksessa tarkastetaan:

- onko moottoriohjaimen akseleiden putkisokat ja laakereiden saksisokat oikealla tavalla asennettu
- moottoriohjaimen akseli/ruuvi, ies ja hammaspyörät voideltu
- kytkentöjen tarkastus moottoriohjaimessa ja UEZJ:ssä
 - o silmämääräisesti ja jännitteenkoettimella
- onko riviliitinmerkinnät asennettu oikein ja ovatko ne luettavissa.

3.2.2 Jännitekokeet

Jännitekokeissa testataan jännitteen läpilyönti moottoriohjaimen rungon ja moottoriohjaimen kytkentöjen välillä. Testaus suoritetaan kahden kilovoltin jännitettä käyttäen.

3.2.3 Sähköiset toimintakokeet

Sähköiset toimintakokeet suoritetaan moottoriohjain jarrupenkkiin kiinnitettynä. Pienemmät moottoriohjaimet ajetaan pienemmällä jarrupenkillä, missä ohjainta voidaan jarruttaa 80Nm ja 120Nm voimalla. UEMC5 moottoriohjaimen toimintakokeet suoritetaan suuremmalla jarrupenkillä, missä ohjainta voidaan jarruttaa 200Nm voimalla. Varmistetaan, että moottoriohjain on akseliltaan kunnolla kiinni jarrupenkissä ja kytketään moottoriohjain ja mahdollisesti myös UEZJ testausta varten. Itse tarkastus suoritetaan seuraavalla tavalla:

- moottoriohjainta ajetaan nimellisjännitteellä viisi kertaa auki- ja kiinniasentoon
- moottoriohjainta ajetaan alijännitteellä viisi kertaa auki- ja kiinniasentoon
 - o alijännite on 0,8 kertaa ohjaimen moottorin nimellisjännite
- moottoriohjainta ajetaan ylijännitteellä viisi kertaa auki- ja kiinniasentoon

- ylijännite on 1,1 kertaa ohjaimen moottorin nimellisjännite.

Jos kauppaan kuuluu UEZJ-kontaktoripaketti niin testataan, toimiiko ohjaukset niiden kautta kaikilla jännitealueilla. Penkissä vielä testataan, toimiiko ohjaimen mekaaninen lukitus.

3.2.4 Loppusitaatti

Lopuksi täytetään moottoriohjaimen tarkastuspöytäkirja, tulostetaan ja liimataan tyyppikilpi ohjaimeen.

4 TUOTTEISSA KÄYTETTÄVÄT STANDARDIT

Tässä luvussa käydään läpi mitä standardeja on ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä valmistetut katkaisijasovitteet ja moottoriohjaimet on suunniteltu vastaamaan.

Aluksi käydään läpi standardi, IEC 62271-1-Korkeajännite kytkin- ja ohjainlaitteiden standardien yleiset vaatimukset. Nimensä mukaisesti se sisältää yleisiä vaatimuksia, mihin sitten tuotekohtaiset standardit viittaavat. Standardin vanhempi versio tunnettiin nimellä IEC 60694, mihin viitataan esimerkiksi standardissa IEC 60265-1.

ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä valmistetut katkaisijasovitteet ovat suunniteltu vastaamaan IEC 62271-100-standardia. IEC 62271-100 on korkeajännitekojeistoja, -ohjainlaitteita ja -katkaisijoita käsittelevä standardi. IEC 62271-100-standardi pääasiassa soveltaa yllä mainittua IEC 62271-1-standardia, mutta pienin lisäyksin ja tarkennuksin.

ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä valmistetut moottoriohjaimet on suunniteltu vastaamaan IEC 265-, IEC 129- ja/tai IEC 694-standardeja. Kyseiset standardit ovat pääasiassa aikaväliltä 1980-90, joten ovat vanhentuneita ja korvaantuneet uusilla. IEC 265 on korvaantunut standardilla IEC 60265-1-Korkeajännitekytkimet.

Opinnäytetyön ajatus oli keskittyä juuri rutiinitarkastuksen suorittamiseen ja siksi seuraavat osiot käsittelevät edellä mainittujen standardien lukuja 7. tai 8. Rutiinitestit, joita sitten on täydennetty alalauseissa olevilla viittauksilla muiden alalauseiden osiin.

4.1 IEC 62271-1-Rutiinitestit

4.1.1 Dielektrisyystesti päävirtapiirissä

Standardi vaatii jokaiselle laitteelle tehtäväksi lyhytaikaisen teho-taajuusjännitekestotestin.

Mutta kun standardia IEC 62271-1 käydään enemmän läpi siellä, tulee maininta ”Kun kytkin- ja hallintalaitteiden eristys saadaan aikaan vain kiinteäydineristeillä ja ilman ympäröivässä paineessa, teho-taajuusjännitekestotesti voidaan jättää tekemättä, jos johtavien osien väliset mitat ovat - vaiheiden välillä, avoimen kytkentälaitteen yli ja johtavien osien ja rungon välillä – tarkistettavissa mittamittauksilla.”/16/

”Mittatarkastusten perusteena ovat mittapiirroksot, jotka ovat osa tietyn kytkin- ja ohjauslaitteen tyyppitestausraporttia (tai johon siinä viitataan). Siksi näissä piirustuksissa on annettava kaikki mittojen tarkistukseen tarvittavat tiedot, mukaan lukien sallitut toleranssit.”/16/

Näiden lauseiden perusteella katkaisijasovitteiden ja moottoriohjaimien rutiinitestissä ei tarvitse suorittaa dielektrisyystestiä päävirtapiirissä, koska kaikki katkaisijasovitteet ja moottoriohjaimet on suunniteltu täyttämään nämä varomitat ja katkaisijasovitteissa käytettävät levyt ovat kiinteäydineristeisiä lasikuitulevyjä.

4.1.2 Testit lisä- ja ohjauspiireissä

Piirikaavioiden ja kytkentäkaavioiden vaatimustenmukaisuuden toteaminen.

Silmämääräisesti:

- materiaalien luonne
- kokoonpanon laatu
- viimeistelyn laatu
 - o tarvittaessa korroosionestopinnoitteet laatu
- mahdollisen lämmöneristyksen tyydyttävä asennus
- toimilaitteet

- lukitukset
- lukot jne.

Koteloiden sisällä olevien apu- ja ohjauspiirien komponenttien asennusten oikeanmukaisuus on tarkastettava. Ulkoisten johdotusten liittämiseen tarkoitettujen välineiden sijainti on tarkistettava sen varmistamiseksi, että siellä on riittävästi tilaa moninapaisten kaapeleiden levittämiseen ja kaapeleiden johtimien kunnollista kytkentää varten.

Johtimet ja kaapelit on tarkistettava oikean reitityksen suhteen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, ettei johtimille ja kaapeleille aiheudu mekaanisia vaurioita terävien reunojen tai lämmityselementtien läheisyyden tai liikkuvien osien liikkumisen vuoksi.

Lisäksi komponenttien ja liittimien tunnistaminen, sekä tarvittaessa kaapeleiden ja johdotusten tunnistus on varmistettava. Lisäksi apu- ja ohjauspiirien piirikaavioiden ja kytkentäkaavioiden vaatimustenmukaisuus on tarkistettava.

Kaikille pienjännitepiireille on tehtävä toimintatesti, jotta voidaan varmistaa apu- ja ohjauspiirien moitteeton toiminta yhdessä kytkinlaitteiden ja ohjauslaitteiden muiden osien kanssa.

Suojauksen todentamisessa sähköiskua vastaan tarkastetaan silmämääräisesti, onko kosketus päävirtapiiriin suojattu ja pääsy apu- ja ohjauslaitteiden osiin turvallista, joita kosketetaan normaali käytössä.

Jos silmämääräinen tarkastus ei voi vahvistaa maadoitettujen metalliosien sähköistä jatkuvuutta, on käytettävä alalauseessa 7.4.3 määriteltyä vaihtoehtoistamennettelyä.

Kohdassa 7.4.3 todetaan, ”Yleensä silmämääräinen tarkastus on riittävä arvioimaan 6.3 kohdan vaatimusten noudattamista.”/16/

”Vaihtoehtoisesti metalliset komponentit ja kotelot, joita voidaan koskea normaaleissa käyttöolosuhteissa ja jotka on tarkoitettu maadoitettavaksi, voidaan kuitenkin

testata 30 A (DC) annettuun maadoituspisteeseen. Jännitteen aleneman on oltava alle 3 voltia.”/16/

Vuoden 2017 versiossa oli viittaus alalauseeseen 6.3, mitä ei kyseisessä standardissa ollut. Vuoden 2011 versiossa viittausta ei ollut, muuten samat tiedot kuin yllä. Vuoden 1996 versiossa standardin IEC 60694 alalauseessa 6.10.3 todettiin seuraavaa.

”Testi on tehtävä lisä- ja ohjauspiirikoteloille.”/17/

”Testilaitteisto käsittää DC virtalähteen, jonka avoimen piirin maksimijännite on 12 V DC, lähtövirran säätimen sekä jännitteen ja virran mittauslaitteet.”/17/

”Vähintään 2 A:n virran on kiertävä päämaadoitusyhteyksien ja mahdollisesti seuraavien mekaanisten massojen välillä.”/17/

- ovet
- oven kahvat
- rungot
- metalliset kotelot.

”Kytkin- ja ohjauslaitteiden apu- ja ohjauspiirit on katsottava läpäisseen testin, jos mitattu vastus on alle 0,5 Ω .”/17/

Dielektrisyystestissä vain tehotaajuustestit suoritetaan. Testi on suoritettava samoissa olosuhteissa kuin standardin alalauseessa 7.10.5. Testaukset suoritetaan testijännitteen ollessa 1kV yhden sekunnin ajan. Alalauseessa 7.10.5 todetaan seuraavaa.

”Seuraavat testit on suoritettava, ”/16/

- a) ”Kokonaisuudessaan toisiinsa kytkettyjen apu- ja ohjauspiirien ja kytkentälaitteen rungon välillä” /16/
- b) ”Mikäli mahdollista, apu- ja ohjauspiirien kunkin osan välillä, jotka normaalissa käytössä voidaan eristää muista osista, ja muiden osien, jotka on kytketty toisiinsa ja runkoon.” /16/

”Kojeistojen ja ohjauslaitteiden apu- ja ohjauspiirit katsotaan läpäisseet testit, jos kunkin testin aikana ei tapahdu häiritsevää purkausta.” /16/

”Yleensä apu- ja ohjauspiireissä käytettyjen moottorien ja muiden laitteiden testijännitteen on oltava sama kuin näiden piirien testijännitteen. Jos tällainen laite on jo testattu asianmukaisen eritelmän mukaisesti, se voidaan irrottaa näitä testejä varten.” /16/

4.1.3 Päävirtapiirin resistanssin mitta

Rutiinitestiä varten pääpiiriin kunkin navan tasajännitehäviö tai -vastus on mitattava olosuhteissa, jotka ovat mahdollisimman samanlaiset ympäröivän ilman lämpötilan ja mittauspisteiden suhteen kuin ne, joissa vastaava tyyppikoe suoritettiin. Testivirran on oltava standardin alalauseessa 7.4.4. ilmoitetulla alueella.

Mitattu vastus ei saa olla suurempi kuin $1,2 R_u$, missä R_u on yhtä suuri kuin ennen lämpötilan nousukoetta mitattu vastus.

Kohdassa 7.4.4. todetaan testivirrasta seuraavaa, ”Mittaukset suoritetaan tasajännitteellä täydellä nimellisvirralla, jos pienempi tai yhtä suuri kuin 50 A, tai millä tahansa sopivalla virran arvolla 50 A: n ja jatkuvan nimellisvirran välillä, jos se on suurempi kuin 50 A.” /16/

4.1.4 Tiiviystesti

Standardeissa käsiteltiin myös kaasu- ja vakuumijärjestelmien tiiviyden testaamista, mutta ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä ei tehdä muutoksia katkaisijoiden olemassa oleviin sammutuspilareihin. Katkaisijasovitteissa käytetyille raakakatkaisijoille on suoritettu rutiinitestit jo katkaisijatehtaalla aiemmin.

4.1.5 Suunnittelu ja visuaaliset tarkastukset

KytKentä- ja hallintalaitteet on tarkastettava, jotta varmistutaan siitä, että ne ovat työmääräimen mukaisia.

4.2 IEC 62271-100

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 lausetta 8, seuraavin lisäyksiin.

4.2.1 Dielektrisyystesti päävirtapiirissä

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 alalauseen kohtaa 8.2. seuraavilla lisäyksillä. Toisin sanoen IEC 62271-1:n mukaan ei suoriteta.

4.2.2 Apu- ja ohjauspiirien dielektrisyystesti

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 alalauseen kohtaa 8.3.

4.2.3 Pääpiirin resistanssin mittaus

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 alalauseen kohtaa 8.4.

4.2.4 Tiiviystesti

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 alalauseen kohtaa 8.5. Eli kuten aiemmin mainittu, ei tarvetta suorittaa.

4.2.5 Suunnittelu ja visuaaliset testit

Sovelletaan standardin IEC 62271-1 alalauseen kohtaa 8.6 seuraavin lisäyksiin:

Katkaisija on tarkastettava silmämääräisesti, jotta varmistutaan siitä, että se on työmääräyksen mukainen. Silmämääräisesti tarkastetaan myös seuraavat kohdat soveltuvien osien:

- tyyppikilven kieli ja tiedot
- apulaitteiden tunnistaminen
- maalin väri ja laatu sekä metallisten pintojen korroosiosuojaus
- pääpiiriin kytkettyjen vastusten ja kondensaattorien arvot.

4.2.6 Mekaaniset kokeet

Mekaanisten toimintakokeiden on sisällettävä seuraavat:

- a) käyttölaitteiden, apu- ja ohjauspiirien suurimmalla syöttöjännitteellä
 - viisi sulkemisoperaatiota.
 - viisi avaustoimintaa.
- b) käyttölaitteiden, apu- ja ohjauspiirien määritellyllä minimijännitteellä
 - viisi sulkemisoperaatiota.
 - viisi avaustoimintaa.
- c) käyttölaitteiden ja apu- ja ohjauspiirien nimellisellä syöttöjännitteellä.
 - viisi auki-kiinni toimintasykliä, kun laukaisumekanismi on aktivoitu sulke-
malla pääkoskettimet.

Koko katkaisijalle tulisi tehdä mekaaniset käyttökokeet. Kun katkaisijoita kuitenkin kootaan ja toimitetaan erillisinä yksikköinä, rutiinitestit voidaan suorittaa komponenteille kohdan 6.101.1.2 mukaisesti. Tällaisissa tapauksissa valmistajan on laadittava käyttöönottotestausohjelma käytettäväksi paikan päällä varmistaakseen tällaisten erillisten yksiköiden ja komponenttien yhteensopivuuden, kun ne asennetaan katkaisijaksi.

Kaikille vaadituille käyttöjaksoille on suoritettava seuraava asiakirja ja kirjattava tiedot sulkemis- ja avaustoiminnoista:

- toiminta-ajan mittaus
- tarvittaessa nesteen kulutuksen mittaus toiminnan aikana, esimerkiksi paine-ero.

Todistetaan, että mekaaninen käyttäytyminen vastaa tyyppitestauksessa käytetyn testinäytteen käyttäytymistä. Esimerkiksi kuormittamaton käyttöjakso voidaan suorittaa kuormittamattomien käyrien kirjaamiseksi rutiinitestausten lopussa. Jos tämä tehdään, käyrän on oltava mekaanisen vertailuominaisuuden määrätyn verhokäyrän sisällä kosketuseron hetkestä kosketusmatkan loppuun.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mekaaniseen toimintaan tapahtuvat lisäykset ovat katkaisijasovitteiden tapauksessa vain mekaaninen laukaisu. Muuten katkaisijan mekaaninen toiminta on jo testattu aiemmin.

Vaadittujen käyttöjaksojen suorittamisen jälkeen suoritetaan seuraavat testit ja tarkastukset (tarvittaessa):

- liitännät
- ohjaus- ja / tai apukytkimien on osoitettava oikein katkaisijan avoin- ja suljettuasento
- kaikkien apulaitteiden on toimittava oikein käyttölaitteiden syöttöjännitteen ja apu- ja ohjauspiirien rajoissa

Lisäksi seuraavat testit ja tarkastukset on tehtävä (tarvittaessa):

- lämmittimien (jos asennettu) ja ohjauskelojen resistanssin mitta
- valvonta-, lämmitin- ja apulaitepiirien johdotuksen tarkistukset ja apukoskettimien lukumäärän tarkistaminen tilauksen eritelmän mukaisesti
- valvontakaapin tarkastus (sähköiset, mekaaniset, pneumaattiset ja hydrauliset järjestelmät)
- latauksen kesto (t)
- paineenalennusventtiilin toiminnallinen suorituskyky
- sähköisten, mekaanisten, pneumaattisten tai hydraulisten lukitusten ja merkkivalolaitteiden toiminta
- pumppausvastaisen laitteen toiminta
- laitteiden yleinen suorituskyky vaaditulla syöttöjännitteen toleranssilla
- katkaisijan maadoitusliittimien tarkastus

Itse laukaisevien katkaisijoiden tapauksessa, vapautukset tai releet on asetettava pienimpään kalibrointimerkkiin virta-asetusten asteikolla.

On osoitettava, että ylivirtavapautukset tai -releet käynnistävät virrankatkaisijan avaamisen oikein siten, että virta pääpiirin läpi ei ylitä 110% minimilaukaisuvirrasta, joka vastaa virta-asetusten asteikolla asetettua arvoa. Toissijaista injektioetta voidaan käyttää vaihtoehtona.

Näitä testejä varten virta ylivirtavapautusten tai virtamuuntajien kautta voidaan syöttää sopivasta matalajännitelähteestä.

Alijänniteavauslaitteilla varustettujen katkaisimien osalta on osoitettava, että katkaisija avautuu ja voidaan sulkea, kun vapautuksiin kohdistetaan määriteltyjen rajojen sisällä olevia jännitteitä, mistä lisää standardin IEC 62271-1 alalauseessa 5.8.4, tuoreimmassa 2017 versiossa alalause on 6.9.5.

IEC 62271-1 alalauseessa 6.9.5 todetaan seuraavaa, ”Kun alijännite vapautus on käytettävissä, sen on toimittava kytkentälaitteen avaamiseksi ja estettävä sulkeminen kaikille jännitearvoille sen navoissa, jotka ovat alle 35% nimellisjännitteestä.” /16/

”Alijännitteen vapautus voi toimia välillä 70% - 35% nimellisjännitteestä, avaamalla kytkentälaitteen ja estämällä sen sulkeutumista.” /16/

”Toisaalta alijännitteen vapautus ei saa avata kytkinlaitetta, kun sen napojen jännite ylittää 70% (vaihtovirta tai tasavirta) nimellisjännitteestä.” /16/

”Kytkinlaitteen sulkemisen on oltava mahdollista, kun jännitteen arvot vapautusliittimissä ovat suuremmat tai yhtä suuret kuin 85% sen nimellisjännitteestä.” /16/

”Jos säätöjä vaaditaan mekaanisten käyttökokeiden aikana, koko testijakso toistetaan säädösten jälkeen.” /16/

4.3 IEC 60265-1 Rutiinitestit

Standardin IEC 60694 -lauseketta 7 sovelletaan seuraavilla lisäyksillä. Vastaa standardin IEC 62271-1 lauseketta 8.

4.3.1 Mekaaniset käyttökokeet

Toimintatesteillä varmistetaan, että kytkimet noudattavat määrättyä suorituskkyä käyttölaitteidensa määritellyissä syöttöjänniterajoissa.

Näiden testien aikana, jotka suoritetaan ilman jännitettä tai virtaa pääpiirissä, on erityisesti varmistettava, että kytkimet avautuvat ja sulkeutuvat oikein, kun niiden käyttölaitteet ovat jännitteisiä. On myös varmistettava, että toiminta ei aiheuta vaurioita kytkimille.

Kytkimen järjestelyn on oltava mekaanisen toiminnan tyyppitestien eritelmien mukainen, mikä esitelty standardin alalauseessa 6.102.1.

Kytkimelle, jossa on sähkökäyttöinen laite, on tehtävä seuraavat testit:

- määritellyllä suurimmalla syöttöjännitteellä: viisi käyttöjaksoa
- määritellyllä minimi syöttöjännitteellä: viisi käyttöjaksoa
- jos kytkintä voidaan käyttää manuaalisesti sen normaalin sähköisen käyttölaitteen lisäksi: viisi käsikäyttöjaksoa.

Käsimkäyttöiselle kytkimelle on tehtävä seuraava testi: 10 käyttöjaksoa

Näiden testien aikana säätöjä ei saa tehdä ja toiminnan on oltava virheetöntä. Suljetut ja avoimet asennot on saavutettava jokaisen käyttöjakson aikana.

Kohdassa 6.102.1 Mekaaniset käyttökokeet, kytkimen asettelu testausta varten todetaan seuraavaa.

”Kytkin tulee asentaa omaan tukeensa ja sen toimintamekanismia on käytettävä määrättyllä tavalla.” /19/

5 UUSIEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJOJEN LUOMINEN

Opinnäytetyön aiempien lukujen perusteella voitiin aloittaa luomaan uudet rutii-
nitarkastuspöytäkirjat katkaisijasovitteille ja moottoriohjaimille. Opinnäytetyössä
aiemmin läpi käytyjen lukujen perusteella voidaan myös huomata, että käytössä
olevissa tarkastusmenetelmissä ei ole suuria puutteita verrattuna laitteiden standar-
dien vaatimuksiin.

Tuotteille luotiin Excel-ohjelmalla täytettävät pöytäkirjat. Pöytäkirjoja luodessa
niiden ulkonäkö voitiin yhtenäistää muiden olemassa olevien tarkastuspöytäkirjo-
jen kanssa.

5.1 Katkaisijasovitteet

Aluksi Excel-pohjaan hahmoteltiin osioita, mitkä vastaisivat ulkonäöllisesti jo käy-
tössä olevia tarkastuspöytäkirjoja. Tuotteen perustiedot pöytäkirjan yläosaan ja sen
alle tarkastuskohteita riveittäin suuremmilla pääotsikoilla eriteltyinä.

5.1.1 Perustiedot pöytäkirjassa

Perustiedot-ruudukko sisältää seuraavat otsikot:

- kaupanumero
- asiakasnumero
- laji (runkokoonpanon nimi/ tunnus)
- erän suuruus
- katkaisijanmalli
- nimellisjännite
- nimellisvirta
- virran katkaisukyky
- päivämäärä
- tarkastajan nimi.

Kauppanumero, asiakasnumero, erän suuruus, päivämäärä ja tarkastajan nimi ovat
manuaalisesti kirjoitettava pöytäkirjaan.

Laji, katkaisijanmalli, nimellisjännite, nimellisvirta ja virran katkaisukyky on tehty valittaviksi alaslaskettavista valikoista, että pöytäkirjan perustietojen täyttöä voitaisiin nopeuttaa tarkastustilanteessa.

Aluksi selvitettiin kaikki ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä tuotannossa olevat katkaisijasovitetyypit, minkä kojeiston alkuperäinen katkaisija se on suunniteltu korvaavan. Sen jälkeen kirjattiin ylös runkokokoonpanovaihtoehtot kaikista katkaisijasovitteista. Sen jälkeen kirjattiin mitä eri katkaisijavaihtoehtoja voidaan missäkin runkokokoonpanossa käyttää. Lopuksi kirjattiin ylös kunkin katkaisijan nimellisarvot. Tämä taustatietojen keruu suoritettiin siksi, että pöytäkirjan lauseviittaukset saataisiin toimimaan perustiedot-ruudukossa.

Tarkastuspöytäkirjan täyttö tuli toimimaan siten, että aluksi valitaan alaslaskettavasta valikosta, minkä kojeiston katkaisijasovitetta lähdettäisiin tarkastamaan. Seuraavaksi valitaan oikea runkokokoonpano uudesta alaslaskettavasta valikosta, jonka vaihtoehtoja rajoitti aiemmin valittu tarkastettava katkaisijasovite. Kun runkokokoonpano on valittu, valitaan oikea katkaisija alaslaskettavasta valikosta. Katkaisija siten määrittä nimellisarvot, jotka tulevat automaattisesti niille osoitettuihin ruutuihin.

Jotta nämä alaslaskettavat valikot ja niiden valinnoista riippuvat rajoitukset ja seuraukset toimisivat, muodostettiin jokaisesta asiasta omat lauseensa mitä Excel kutsuisi. Esimerkiksi tarkastettavat sovitteet alaslaskettava valikko kutsuu lausetta ”katkaisijasovitteet”. Muut alaslaskettavat valikot käyttävät INDIRECT-komentoa, jolla viitataan ylempänä hierarkiassa olevaan soluun, joka siten rajoittaa kyseisen solun vaihtoehtoja. Alaslaskettava valikko luotiin datanvalidointityökalua käyttäen.

Aluksi luotiin alaslaskettava datavalidointivalikko soluun ”Q2”, minkä lähteeksi merkattiin lause ”katkaisijasovitteet”. Lause ”katkaisijasovitteet” sisältää kaikki tuotannossa olevat katkaisijasovitevaihtoehdot/ mille kojeistolle on mahdollista valmistaa katkaisijasovite. Kustakin kojeistovaihtoehdosta on muodostettu omat lauseensa, mitkä sisältävät mitä eri runkokokoonpanovaihtoehtoja on mahdollista koota kyseiseen kojeistoon.

”Type - Laji” merkittyyn soluun ”D5” luotiin alaslaskettava data validointi valikko minkä lähteeksi merkattiin ”INDIRECT(\$Q\$2)”, eli aiemmin mainittu solu missä valitaan testattava katkaisijasovite. Täten testattavan sovitteen valinnalla rajoitetaan runkokokoonpanovaihtoehtoja.

Kustakin runkokokoonpanovaihtoehdosta on luotu oma lauseensa, mitkä sisältävät millä kaikilla katkaisijoilla kyseisiä kokoonpanoja voidaan valmistaa. Katkaisijalle merkittyyn soluun ”D7” luotiin alaslaskettava datavalidointivalikko minkä lähteeksi merkattiin ”INDIRECT(\$D\$5)”, eli aiemmin mainittu ”Type-Laji” solu. Täten runkokokoonpanon valinnalla rajoitetaan katkaisijavaihtoehtoja.

Katkaisijan nimellisarvojen, nimellisjännite, nimellisvirta ja katkaisuvirta käyttävät ”VLOOKUP”-komentoa. ”VLOOKUP” viittaa soluun ”D7” ja hakee tiedot sen perusteella taulukosta ja täyttää nimellisarvojen ruudut.

5.1.2 Tarkastukset ja suoritettavat testit

Suoritettavat toimenpiteet voidaan jakaa neljän otsikon alle, silmämääräiset tarkastukset, mekaaniset käyttökokeet, dielektrisyysjännitetesti ohjauspiirille ja sähköiset toimintakokeet.

Silmämääräinen tarkastus sisältää seuraavat rivit:

- katkaisija täyttää tilauseritelmän vaatimukset
- johdotuksen varmentaminen
- momenttimerkinnät, kutistesukat ja koskettimien voitelu on kunnossa
- vaadittavat dokumentit löytyvät katkaisijanmuovitaskusta.

Mekaaniset käyttökokeet sisältävät seuraavat rivit:

- paikallisten toimintojen testaus auki ja kiinni
- asennon ja viritystilan osoittimen toiminnan tarkastus, laskurin tarkastus,
- laskurin määrä
- mekaanisen laukaisun tarkastus.

Dielektrisyysjännitetesti ohjauspiirille on erikseen omana otsikkonaan ja rivinään.

Sähköiset toimintakokeet sisältävät seuraavat rivit:

- maadoituksen jatkuvuuden toteaminen
- etäohjauksien testaus, alijännite- ja lukitusmagneetit
- apukoskettimien toiminta
- kaasunvalvonnan tarkastus
- ensiöpuolen pilareiden johtavuuden tarkastus.

Kaasunvalvonnan alapuolelle lisättiin kaasun määrälle ruutu ja sen viereen kaasun määrä kokonaisuudessaan kauppaa kohden. Ensiöpuolen pilareiden johtavuuden mittausarvoille luotiin oma täytettävä taulukkonsa toiselle sivulle.

Toisen sivun alaosaan jätettiin kolme riviä tilaa mahdollisille huomautuksille.

5.2 Moottoriohjaimet

Excel-pohjaan hahmoteltiin samalla tavalla kuin katkaisijasovitteiden pöytäkirjassa osioita, mitkä vastaisivat ulkonäöllisesti jo käytössä olevia tarkastuspöytäkirjoja. Tuotteen perustiedot pöytäkirjan yläosaan ja sen alle tarkastuskohteita riveittäin suuremmilla pääotsikoilla eriteltyinä.

5.2.1 Perustiedot pöytäkirjassa

Perustiedot-ruudukko sisältää seuraavat otsikot:

- kaupanumero
- asiakasnumero
- laji (moottoriohjaimenmalli)
- erän suuruus
- sarjanumero
- kytkentäkuvan numero
- nimellisjännite
- käyttömomentti
- päivämäärä
- tarkastajan nimi.

Kauppanumero, asiakasnumero, erän suuruus, sarjanumero, päivämäärä ja tarkastajan nimi ovat manuaalisesti kirjoitettava pöytäkirjaan.

Laji, kytkentäkuvan numero, nimellisjännite ja käyttömomentti on tehty valittaviksi alaslaskettavista valikoista, että pöytäkirjan perustietojen täyttöä voitaisiin nopeuttaa tarkastustilanteessa.

ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä tuotannossa olevista moottoriohjaimista kerättiin tiedot ylös, mitä malleja ja versiota valmistetaan, millä kytkentäkuvalla kutakin voidaan kytkeä, kunkin nimellisjännite ja minkälaisella vastamomentilla moottoriohjainta on vaadittava pystyä ajamaan.

Moottoriohjaimien tarkastuspöytäkirjan idea olisi se, että ensimmäiseksi valittaisiin alaslaskettavasta valikosta moottoriohjainmalli, mikä sitten rajaisi kytkentäkuvavaihtoehtojen vaihtoehdot ja kytkentäkuvan valinnalla sitten rajattaisiin valittavat jännitevaihtoehdot. Käyttömomentti täytetään pöytäkirjaan ”VLOOKUP”-komennolla, mikä valitsee taulukosta arvon ohjainmallin perusteella.

Moottoriohjaimien tarkastuspöytäkirjan alaslaskettavat valikot toteutettiin samalla tavalla kuin katkaisijasovitteiden pöytäkirjassa. Moottoriohjaintyyppille merkittyyn soluun ”D5” luotiin alaslaskettava datavalidointivalikko minkä lähteeksi nimettiin ”Moottoriohjaimet”-lause. Lause sisälsi kaikki ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä tuotannossa olevat moottoriohjainvaihtoehdot.

Kustakin moottoriohjainvaihtoehdosta on luotu oma lauseensa, jotka sisältävät millä kaikilla kytkentäkuvilla kyseisiä ohjaimia voidaan kytkeä. Kytchentäkuvalle merkittyyn soluun ”N7” luotiin alaslaskettava datavalidointivalikko minkä lähteeksi merkittiin ”INDIRECT(\$D\$5)”, eli aiemmin mainittu moottoriohjaintyyppi solu. Täten ohjaimen valinnalla rajoitetaan kytkentäkuvavaihtoehtoja.

Samalla idealla kustakin kytkentäkuvasta on luotu omat lauseensa, mitkä sisältävät jännitevaihtoehdot millä kyseistä kytkentä kuvaa käytetään. Näin ollen soluun ”D9” luotiin alaslaskettava datavalidointivalikko minkä lähteeksi merkittiin ”INDIRECT(\$N\$7).

5.2.2 Tarkastukset ja suoritettavat testit

Suoritettavat toimenpiteet voidaan jakaa neljän otsikon alle, silmämääräiset tarkastukset, dielektrisyysjännitetestit, mekaaniset käyttökokeet ja sähköisten lisälaitteiden testaus.

Silmämääräinen tarkastus sisältää seuraavat rivit:

- putki- ja saksisokat on kunnolla asennettu
- kytkentöjen tarkastus
- riviliitinmerkinnät ovat kunnossa
- ruuvi, ies, ja hammaspyörät on kunnolla rasvattu.

Dielektrisyysjännitetestit on erikseen omana otsikkonaan ja rivinään.

Mekaaniset käyttökokeet sisältävät seuraavat rivit:

- 5 kertaa, auki ja kiinni ohjaus nimellisjännitteellä
- 5 kertaa, auki ja kiinni ohjaus alijännitteellä (0,8 kertaa nimellisjännite)
- 5 kertaa, auki ja kiinni ohjaus ylijännitteellä (1,1 kertaa nimellisjännite)
- Laitteen manuaalinen toiminta
- Lukituksen toimivuuden toteaminen.

Sähköisten lisälaitteiden testaus sisältää seuraavat rivit:

- Apukoskettimien tarkastus, auki ja kiinni
- UEZJ1:n toimivuuden tarkastus
- UEZJ2:n toimivuuden tarkastus.

Tarkastuspöytäkirjan alaosaan jätettiin neljä riviä tilaa mahdollisille huomautuksille.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena päädyttiin tarkastuspöytäkirjoihin, jotka vastaavat standardien tuoreimpien versioiden vaatimuksia ja samalla niiden täyttäminen on sujuvaa ja vaivatonta.

Opinnäytetyön tekeminen alkoi tarkastuskäytäntöjen selvittämisellä. Mitä, miten ja kuinka katkaisijasovitteita ja moottoriohjaimia tarkastetaan ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicellä. Seuraavaksi tutustuttiin standardeihin, joiden vaatimukset ne on suunniteltu täyttämään. Näitä tietoja vertailemalla pystyttiin toteamaan, että tuotteiden tarkastusprosesseissa ei ole suuria puutteita.

Tarkastuspöytäkirjoja katkaisijasovitteille ja moottoriohjaimille lähdettiin luomaan, sillä ajatuksella, että ne vastaisivat ulkonäöllisesti aiemmin päivitettyjä erotin/maadoituskytkin ja pienjännitekojeistojen tarkastuspöytäkirjoja. Tärkeänä pidettiin myös, että pöytäkirjan täyttämiseen ei kuluisi liikaa aikaa ja sen täyttö olisi sujuvaa ja vaivatonta.

Alkuperäisenä ajatuksena oli luoda rutiinitarkastuspöytäkirjat myös MH-kojeistolaajennuksille ja nollapisteille, mutta ne jäivät pois opinnäytetyön laajenemisen takia. Katkaisijasovitteille ja moottoriohjaimille luotuja tarkastuspöytäkirjoja voidaan tulevaisuudessa käyttää pohjana uusien pöytäkirjojen luomiseen.

LÄHTEET

/1/ABB Oy. Historia. Viitattu 22.01.2020. new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret

/2/ABB Oy. Historia. Viitattu 22.01.2020.
www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=4503

/3/ABB Oy. Historia. Viitattu 22.01.2020. new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa

/4/ ABB Oy. Historia. Viitattu 22.01.2020. www.helsinki.fi/kansalaismuisti/pitajanki/elinkeino/strombergin_tehdas.html

/5/ABB Oy. MH-katkaisijasovite. Viitattu 05.2018. library.e.abb.com/public/7bd2d477cef34ad0907b7cdd2d4ebf5e/MH_katkaisijasovite_broch_757897_LRFIb.pdf

/6/ABB Oy. METE-katkaisijasovite. Viitattu 06.2018. search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRS757898&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch&DocumentRevisionId=A

/7/ABB Oy. MEKE-katkaisijasovite. Viitattu 12.2018. search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRS758682&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch

/8/ ABB Oy. MEKA-META-katkaisijasovite. Viitattu 2013. search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRS757932&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch

/9/ ABB Oy. MEKA-META-katkaisijasovite. Viitattu 11.2016. search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2NGA000177&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch

/10/ ABB Oy. Moottoriohjain periaatekuva ja UEMC 40 K3 moottoriohjain. Viitattu 02.2001.

library.e.abb.com/pub-
lic/88d6524dafc6ea27c1256d96003ec365/UEMC%2040%20K3%20guide%20.pdf

/11/ ABB Oy. UEMC 40 A-, B- tai D-mallin moottoriohjain. Viitattu 02.2001.
library.e.abb.com/ public/ 7fe7bdc50b904725c1257d5e004e21e6/
34uemc36_GB_0311.pdf

/12/ABB Oy. Moottoriohjain UEMC 40 K4_/3 Asennus- käyttö- ja kierrätysohje.
ABB Oy:n sisäinen materiaali Viitattu 12.1999.

/13/ ABB Oy. UEMC 40 K6 moottoriohjain. Viitattu 04.2002. lib-
rary.e.abb.com/pub-
lic/22b5f0ab9db6129ec1257749003d05fc/34UEMC44%202010-01.pdf

/14/ABB Oy. Moottoriohjain UEMC 40 K8_ Asennus- käyttö- ja kierrätysohje.
ABB Oy:n sisäinen materiaali. Viitattu 02.2001.

/15/ ABB Oy. Moottoriohjain UEMC 5 A 3, UEMC 5 B 2_ Asennus- käyttö- ja
kierrätysohje. ABB Oy:n sisäinen materiaali Viitattu 04.2018.

/16/ IEC 62271-1. Common specifications for alternating current switchgear and
control gear. Geneve: International Electrotechnical Commission. 2017.

/17/ IEC 60694. Common specifications for high-voltage switchgear and control
gear standards. Geneve: International Electrotechnical Commission. 2002.

/18/ IEC 62271-100. Alternating-current circuit-breakers. Geneve: International
Electrotechnical Commission. 2012.

/19/ IEC 60265-1. Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV.
Geneve: International Electrotechnical Commission. 1998.

LIITE 1

Katkaisijasovitteiden rutiinitarkastuspöytäkirja

LIITE 2

Moottoriohjaimen rutiinitarkastuspöytäkirja

